

脊柱等速训练的特异性作用研究

成鹏 毕霞

[关键词] 等速训练;康复;综述

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1006-9771(2002)11-0672-03

等速训练有别于等长、等张收缩训练,是通过专门仪器固定肌肉收缩速度以提供相对阻力进行的肌肉收缩训练,经过40余年的发展和更新,其功能更趋完善,使用更加简便。由于等速运动的速度恒定而阻力可变,可依训练者的肌力强弱、肌肉长度变化、力臂长短、疼痛和疲惫等状况,提供适合的最大阻力,且不会超越其负荷的极限,因此具有相当高的效率和安全性。

等速训练作为功能训练和康复治疗的一种手段,可引起机体不同系统的多种变化,产生直接的康复效果或间接地促进身体某些功能的提高或改善,一般情

况下这种变化的结果只能在长期的等速训练后发生。所有这些变化源于SAID(specific adaptation to imposed demand)原则,即按照专项运动对某些运动素质、肌肉功能及柔韧性的特殊要求,进行专门的重点训练,以及专项运动所需要的平衡、协调等素质训练,巩固和恢复专门的运动模式,为过渡到专项正规训练做准备。

脊柱的等速训练是指躯干部肌肉进行的等速肌力训练,由于脊柱相对于肢体关节其活动范围要小得多,而且需要专门的训练附件,以往人们未给予足够的重视。但脊柱作为人体的重要系统,其系统间相关作用越来越受到重视。脊柱的等速训练效应涉及的范围比较广,除了躯干肌肉本身的效应外,更可能表现为全身各系统的综合效应。

作者单位:200433 上海市,第二军医大学第一附属医院康复医学科。作者简介:成鹏(1965-),男,副主任医师,主要从事临床康复。

脊柱等速训练特异性作用可引起心血管系统、结缔组织、肌肉、神经系统和骨骼等方面的变化,这些变化可能是等速训练的特殊效果,也可能更多地反映了机体对某些外部逐渐增加负荷的一种反应。伴随着全身各系统的变化,脊柱的等速运动也可能影响椎间盘的生理学特征,这一重要概念的提出预示了等速运动治疗椎间盘病变的可能性。

1 对心血管系统的作用

等速训练是运动疗法中的一种特殊类型,同其他运动一样,由于运动时消耗了身体内部的能源底物,可促进器官的新陈代谢,增强心肺的功能。

等速训练对心血管系统的影响同其他运动疗法一样,首先表现在心率、心输出量、血压、肺通气量和氧耗量等的变化上^[1],同被动运动比较,这种变化更快、更强^[2]。等速训练、等张训练和等长训练对心率和血压的影响是不同的。研究显示,在强度相对一致的亚极量等速、等张、等长训练中,动脉血压和心率的增高都是明显的,但最大收缩压和舒张压在等速和等张训练时明显高于等长训练,心率的变化也类似^[3];该研究同时也提示,进行亚极量的以耐力为主要目的的康复训练,同样也要考虑心血管系统的特殊反应,避免发生心血管系统危险。

等速训练通过引起心脏左室的变化产生心血管系统的影响。训练后,左心室心肌壁增厚以增加舒张期心室的充盈能力,使应激时左室输出量增加^[4,5],同时,也会导致静息心率的增加。所有这些影响需要至少 8 周的等速训练,其结果与心脏的有氧和渐进抗阻训练产生的结果是一致的。

研究还显示,不同形式的等速训练对心脏的影响也是不同的。有学者通过 7 天的等速训练,发现离心超负荷和标准负荷组都能提高肌力,但在离心超负荷情况下,心脏的应激指标如心率、平均动脉压等明显偏低,因此认为这种形式的训练更适用于老人、伤残者及慢性病患者^[6]。另一学者的研究也显示,向心收缩对心血管的应激反应更明显^[7]。

低密度脂蛋白(LDL)是动脉粥样硬化的主要危险因素,而有研究证实 LDL 同肌肉力量密切相关^[8],随着肌力的增加 LDL 有减少的趋势,而等速训练提高肌力的有效性和安全性早已获得证实,因此等速训练减少心血管疾病的关系将待人们更深入地探讨。

2 对结缔组织的作用

在结缔组织损伤的区域,等速训练能够在细胞水平促进蛋白质合成^[9]。一旦新的胶原纤维合成,等速训练还有助于这些纤维在损伤区域内沿力的方向重塑,促进纤维的平行排列,增加胶原的静态力量,并有助于形成功能正常的组织,减轻不灵活的无功能的瘢痕

组织增生^[10],所有这一切有助于缩短组织的修复时间,加速康复过程。当然结缔组织的这种效应也可以通过其他形式的渐进抗阻训练获得。

3 等速训练对肌肉系统的作用

等速训练对肌肉系统的作用已为大多数研究和临床实践所证实^[11,12],目前的研究均在更深的层次进行。

等速训练可以产生肌肉肥大,同渐进抗阻训练的效应相似,这种结果通常发生在至少 8 周的训练以后,是通过在细胞水平促进蛋白质的合成过程来完成的^[9]。脊柱等速训练刺激腰部肌群的肌细胞产生更多的肌动蛋白和肌浆球蛋白,以修复和改善收缩单位。研究证实,同其他类型的肌肉训练一样,等速训练可能对 II 型纤维效果明显,或是促使肌纤维类型间的突变,使得 I 型纤维的功能和形态更接近于 II 型纤维^[9,13]。这种对纤维类型的影响是否是等速训练的特异性作用,目前尚需进一步研究证实。

有学者通过 10 周的等速训练并通过肌肉活检观察发现,快速等速训练时 I 型纤维比例降低,II 型纤维比例增加;而慢速等速训练时纤维类型变化不明显^[14],该结果提示:对等速训练的刺激反应可能因收缩速度的不同而不同。慢速等速离心收缩时引起的肌肉应激较明显,容易产生肌肉的损伤。

进一步研究发现不同负荷的离心等速训练产生的肌肉作用也是不同的,有学者比较了短期超负荷训练和标准负荷训练,发现超负荷组力矩的提高是标准组的两倍,肌电图的改变也与此一致^[15]。由于肌力的提高是通过低强度、短时间获得的,因此认为离心超负荷的运动处方可能更适用于年老者、慢性伤残者及慢性病患者。

4 等速训练对神经系统的作用

等速训练通过对运动神经元支配的运动单位的作用来促进肌肉的功能。

有学者利用 7 例健康男性短期等速训练后股四头肌的情况进行研究,通过 MRI 观察肌纤维种类、纤维面积以及磷酸果糖激酶活性测定,结果显示,股四头肌横断面积、肌纤维种类和酶活性训练前后均无明显变化,尽管力矩指标明显增加^[16]。尽管有意义的肌肉改变在短于 8 周的等速训练中尚未表现出来,但许多个体在短时间内均有肌肉功率、力矩和作功等指标的提高,这种提高同 α 运动神经元有密切关系,而并非肌肉本身^[17]。也有学者发现等速训练能增加力矩,但肌肉横断面积变化不显著,认为等速训练的效应主要是改善了兴奋收缩耦连,提高了运动的协调性,这才是等速训练提高肌力的关键^[18]。

等速训练能提高个体最大主动收缩的强度,这一

效应可能可能是神经肌肉复合体中运动神经元神经冲动释放更同步,或是降低了兴奋收缩耦连的阈值,或是减弱了抑制反射,或是增加了交感神经系统功能,或是这些神经肌肉作用的共同结果,此效应同已知的渐进抗阻训练对神经系统的作用是一致的,并对肌肉早期功能改善产生影响,但在此时可能没有肌肉肥大。

等速训练还具有另一有趣的现象,即肌肉功能贮备(muscle function reserve, MFR)的获取。对多数肌肉而言,最大主动收缩水平仅相当于其绝对收缩能力的 30%,这两者之间的差距即是肌肉功能贮备,这种贮备反映了神经系统对骨骼肌肉系统的抑制和保护作用,以预防损伤。然而, MFR 也代表了 70% 的神经肌肉效率提高的潜力。等速训练通过较高水平的主动收缩来发掘这种潜力^[17],尽管尚未达到肌肉的最大能力限度,但可以提高至绝对水平的 50%,同时避免了损伤肌肉的危险,这对运动能力的提高无疑是很有益的^[13,17,19]。

5 等速训练对骨骼系统的作用

等速训练的骨骼变化遵循组织再塑形的 Wolff's 法则和 SAID 原则:即组织将根据外来的特殊需求改造自己。8 周以上的持续等速训练通过提高骨密度、骨质量、骨矿物质含量等来改变骨的强度^[10],这些效应是通过成骨细胞蛋白质合成增加、破骨细胞活性的抑制和促进骨骼系统中钙和 VitD 的代谢来完成的^[9,10]。渐进抗阻训练和有氧训练可能产生类似的效应。

目前正在探讨等速训练用于辅助治疗骨质疏松或其他骨代谢异常的患者,但取得的成果有限。从理论上说,等速训练能够克服过量的或损伤性的外力作用于腰脊柱,同时全身性训练的效应能通过增加骨密度、骨的质量、矿物质含量等增强骨骼功能。但尚需要做大量的研究,以完全阐明它对患者治疗的潜在有效性。

[参考文献]

- [1] Marzorati M, Perini R, Milesi S, et al. Metabolic and cardiorespiratory responses to maximal intermittent knee isokinetic exercise in young healthy humans[J]. Eur J Appl Physiol, 2000, 81(4): 275—280.
- [2] Thomas AJ, Davis GM, Sutton JR. Cardiovascular and metabolic responses to electrical stimulation-induced leg exercise in spinal cord injury[J]. Methods Inf Med, 1997, 36(4—5): 372—375.
- [3] Iellamo F, Legramant JM, Raimondi G, et al. Effects of isokinetic, isotonic and isometric submaximal exercise on heart rate and blood pressure[J]. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1997, 75(2): 89—96.
- [4] Fleck SJ. Cardiovascular adaptations to resistance training[J].

Med Sci Sports Exerc, 1988, 20S: 146—151.

- [5] Peel C, Alland MJ. Cardiovascular responses to isokinetic trunk exercise[J]. Phys Ther, 1990, 70: 503—510.
- [6] Hortobagyi T, Devita P. Favorable neuromuscular and cardiovascular responses to 7 days of exercise with an eccentric overload in elderly women[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2000, 55(8): 401—410.
- [7] Overend TJ, Versteege TH, Thompson E, et al. Cardiovascular stress associated with concentric and eccentric isokinetic exercise in young and older adults[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2000, 55(4): 177—182.
- [8] Thorsen K, Nordstrom P, Lorentzon R, et al. The relation between bone mineral density, insulin-like growth factor I, lipoprotein(a), body composition, and muscle strength in adolescent males[J]. J Clin Endocrinol Metab, 1999, 84(9): 3025—3029.
- [9] Dudley GA. Metabolic consequences of resistance type exercise[J]. Med Sci Sports Exerc, 1988, 20S: 158—161.
- [10] Stone MH. Implications for connective tissue and bone alterations resulting from resistance exercise training[J]. Med Sci Sports Exerc, 1988, 20S: 162—168.
- [11] Connelly DM, Vandervoort AA. Effect of isokinetic strength training on concentric and eccentric torque development in the ankle dorsiflexions of older adults[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2000, 55(10): 465—472.
- [12] Bostrom C. Shoulder rotational strength, movement, pain and joint tenderness as indicators of upper extremity activity limitation in moderate rheumatoid arthritis[J]. Scand J Rehabil Med, 2000, 32(3): 134—139.
- [13] Davies GJ. A compendium of Isokinetic in Clinical Usage[M]. LaCrosse, WI: S and S Publishers, 1987: 145.
- [14] Paddon Jones D, Leveritt M, Lonergan A, et al. Adaptation to chronic eccentric exercise in humans: the influence of contraction velocity[J]. Eur J Appl Physiol, 2001, 85(5): 466—471.
- [15] Hortobagyi T, Devita P, Money AJ, et al. Effects of standard and eccentric overload strength training in young women[J]. Med Sci Sports Exerc, 2001, 33(7): 1206—1212.
- [16] Akima H, Takahashi H, Kuno SY, et al. Early phase adaptations of muscle use and strength to isokinetic training[J]. Med Sci Sports Exerc, 1999, 31(4): 588—594.
- [17] Sale DG. Neural adaptation to resistance training[J]. Med Sci Sports Exerc, 1988, 20S: 135—145.
- [18] Ramsay JA, Blimkie CJ, Smith K, et al. Strength training effects in prepubescent boys[J]. Med Sci Sports Exerc, 1990, 22(5): 605—614.
- [19] Timm KE. Suggestion from the field: isokinetic exercise to 50% fatigue[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 1987, 8: 505—506.

(收稿日期: 2002-07-15 修回日期: 2002-09-02)